

EMILIO GARCIA GARCIA

1. *Cerebro, mente y comportamiento femenino*

- 1.1. Filogénesis y ontogénesis del cerebro-mente
- 1.2. Sexo genotípico, sexo fenotípico, identidad y orientación sexual
- 1.3. Diferencias cerebro-mente de hombre y mujer
- 1.4. Todos los cerebros presentan características femeninas y masculinas
- 1.5. Síntesis y conclusiones

En J. Borrego y C. Valiente (Coords.): *Mujer, cerebro y salud*. Madrid, Síntesis, 2018, pp. 33-67

La caracterización de las diferencias entre mujeres y hombres es un tema muy polémico que ha sido investigado desde diversas ciencias, como la genética, la biología, la anatomía, la fisiología, la neurología, la psicología, la sociología o la antropología. El sistema nervioso, y particularmente el cerebro de los animales, incluidos los seres humanos, está muy especializado para determinadas funciones biológicas, como las que atañen a la reproducción, la selección de pareja, las relaciones sexuales o el cuidado de la descendencia. Estas conductas están distribuidas entre los dos sexos y conllevan diferencias anatómicas y neurobiológicas entre machos y hembras, lo que se denomina “dimorfismo sexual”. Muchas de esas diferencias se deben a los genes, las gónadas y las hormonas. Pero particularmente, los seres humanos, mujeres y varones, presentan diferencias en el cerebro, en los procesos mentales y en los comportamientos que no van asociadas estrictamente a la reproducción, la maternidad o la paternidad, y que se aprenden y asimilan en el proceso de socialización y desarrollo de la persona en un contexto sociocultural determinado.

La explicación biológica establece que las diferencias de sexo se deben al cromosoma 23, si es XX es mujer, y si es XY es varón. Ya desde la sexta semana de vida intrauterina, los genes en uno u otro cromosoma activarán las hormonas propias del hombre (testosterona) o mujer (estrógenos), que configurarán diferencias en el cuerpo, y particularmente en el cerebro, del hombre o la mujer. Pero la cuestión es más compleja, como veremos en este trabajo. Además de esta complejidad desde la perspectiva biológica, está la dimensión sociocultural o la identidad de género, percepción subjetiva que una persona tiene de su sexo y orientación sexual, y que resulta igualmente problemática. La identificación de una persona con los atributos sociales y culturales asignados a su sexo también está cambiando desde la definición binaria de género, masculino y femenino, a desarrollos más atípicos de personas homosexuales, bisexuales, intersexuales y transexuales.

Los factores biológicos que determinan ser hombre o mujer presentan gran complejidad y van más allá de la presencia de los cromosomas XX o XY. En la determinación de sexo biológico están presentes numerosos factores, genéticos y bioquímicos, que actúan a lo largo del tiempo. Y en cuanto al género con el que una persona se identifica, no siempre se corresponde con el sexo que

se le asigna por sus características anatómicas. Hay personas cuya identidad de género no coincide con la propia de su sexo. Por ejemplo, una mujer transgénero es una persona que, basándose en la anatomía, se caracteriza como masculina, pero que personalmente se identifica y reconoce como mujer. Un hombre transgénero se caracteriza anatómicamente como sexo femenino, pero se reconoce como hombre.

El código genético, los aproximadamente 20.000 genes, en 23 pares de cromosomas, presenta una combinación única en cada individuo. Un gen es una región funcional básica de la herencia, formada por una secuencia de ácido desoxirribonucleico (ADN), que se encuentra en los cromosomas, en el núcleo de las células. Los genes regulan la estructura y las funciones de las células, y contienen las instrucciones específicas para la composición de las proteínas. El ADN es una molécula compuesta por largas cadenas de nucleótidos o bases, que son moléculas más pequeñas que viene a ser como eslabones de una gran cadena. Hay cuatro tipos de nucleótidos en el ADN (adenina, guanina, timina y citosina), que se nombran por su letra inicial (A, G, T y C). Una analogía que facilita la comprensión es considerar el ADN como un tipo de abecedario, formado solo por estas cuatro letras, pero que posibilita construir palabras, frases y textos complejos. La secuencia concreta de estas letras determina la información que guía el desarrollo y funcionamiento de la célula. La secuencia de letras aparece en parejas, formando una doble hélice. Cada eslabón de la cadena se empareja con otro eslabón gracias a uniones específicas. Así, la A se asocia a la T, y la G se asocia a la C. Conociendo la secuencia de una cadena, se sabe la secuencia de la cadena complementaria.

El conjunto de los genes de un organismo se denomina “genotipo”, y cuando los genes se “expresan” formando un organismo concreto con unas características determinadas se trata del “fenotipo”. La “expresión” de un gen lleva a la fabricación de proteínas. Las proteínas y sus múltiples interacciones son esenciales para el desarrollo de un organismo. Los genes del ser humano varían mucho en tamaño, desde los que tienen algunos cientos de bases hasta los que están compuestos de más de 2 millones de bases. El ADN completo tiene unos 3.000 millones de pares de bases en 46 largas cadenas, que son los cromosomas, y en una corta cadena circular, que es el ADN mitocondrial.

Las células del organismo son distintas. Hay unos 200 tipos diferentes. Todas las células contienen en su núcleo los 46 cromosomas, salvo las células germinales, espermatozoides y óvulos, que solo tienen 23 cromosomas, uno de cada par. Cuando se produce la fecundación se unen los dos juegos de cromosomas, procedentes del padre y de la madre, para obtener los 46 pares en la célula inicial, de la que se formará el organismo completo. El ADN de los 23 pares de cromosomas es el "genoma humano". Cada especie tiene un genoma propio y, dentro de cada especie, hay diferencias en el genoma de cada individuo. Por ejemplo, el genoma de la especie humana difiere del genoma de la especie chimpancé en un 4% de los genes, o lo que es lo mismo, tiene un 96% de semejanza. Las diferencias entre dos seres humanos son del orden de un 0,1% de los genes.

En 2001, el Proyecto Genoma Humano consiguió identificar la secuencia completa de un individuo. Desde entonces se han secuenciado miles de genomas humanos. Hoy, lograr el genoma de una persona es un proceso relativamente económico y rápido (unos 800 euros). Conocemos mucho sobre el genoma, pero faltan muchos aspectos por aclarar. Por ejemplo, qué genes y cómo se expresan en cada célula para originar los distintos tipos de células y sistemas del organismo, particularmente el cerebro del ser humano¹.

Los genes de los cromosomas sexuales X e Y se expresan de manera diferente en el cerebro de hombres y mujeres. Se estima que aproximadamente 6.500 genes, es decir, un tercio del total de todos los genes, presentan una expresión distinta dependiendo del sexo. La acción de los genes conforma estructuras cerebrales, procesos bioquímicos y redes neuronales diferenciales en los cerebros de hombres y mujeres ya desde los primeros meses de vida intrauterina. Pero también las experiencias y aprendizajes de cada persona, en los contextos socioculturales donde viven, estructuran y organizan el cerebro de cada individuo,

¹ LeVay, S. (1995), *El cerebro sexual*, Madrid, Alianza Editorial. Ridley, M. (2004), *Qué nos hace humanos*, Barcelona, Taurus. Brizendine, L. (2007), *El cerebro femenino*, Barcelona, RBA. Swaab, D. (2014), *Somos nuestro cerebro. Cómo pensamos, sufrimos y amamos*, Barcelona, Plataforma Editorial. Alonso Peña, J. R. y Alonso Esquisábel, I. (2018), *¿El cerebro nace o se hace?*, Barcelona, Bonallettera.

originando capacidades mentales y comportamientos propios y diferenciales. Por tanto, el programa genético en cada individuo se va a desarrollar en estrecha interacción con la estimulación ambiental, el medio físico y social, la cultura y la educación, construyendo y elaborando las memorias personales y la identidad de cada uno.

Todas las personas, mujeres y hombres, somos iguales y también diferentes. Todos los seres humanos compartimos unos "universales humanos", unas capacidades cognitivas, lingüísticas y emocionales. Pero también todas las personas, mujeres y hombres, somos únicos. No hay dos personas iguales entre los más de 7.500 millones que habitamos la Tierra. La organización funcional del cerebro y las capacidades mentales de hombres y mujeres presentan similitudes y diferencias.

1.1. Filogénesis y ontogénesis del cerebro-mente

Desde la última década del siglo xx, que fue la década del cerebro, los avances en las ciencias cognitivas, y particularmente en la neurociencia, han sido espectaculares. La investigación sobre genes-cerebro-mente-comportamiento y los conocimientos disponibles sobre la organización funcional del cerebro y los procesos mentales están revolucionando la concepción que tenemos de nosotros mismos.

El cerebro humano es el resultado de un largo pasado evolutivo de más de 500 millones de años. Más próximamente, hace unos 7 millones de años, en el continente africano se produjo un acontecimiento evolutivo de gran trascendencia: una población de monos antropomorfos evolucionó y surgieron varias especies de australopitecos o monos bípedos. Estas nuevas especies se extinguieron, salvo una que sobrevivió hasta hace unos 2 millones de años. Para entonces había cambiado tanto que no se considera especie de australopiteco, y fue preciso encasillarla en un nuevo género, que se denominó *Homo*. Este *Homo* tenía un cerebro más grande, fabricaba herramientas de piedra y empezó a explorar la Tierra. Hace solo unos 250.000 años, y también en África, un grupo del género *Homo* emprendió un camino evolutivo diferente, compitió exitosamente con otras poblaciones de *Homo*, y dejó descendientes hoy

conocidos como *Homo sapiens*, nosotros, más de 7.500 millones de humanos que poblamos la Tierra².

La nueva especie presentaba características físicas particulares, como un cerebro de mayor tamaño, pero lo más importante eran sus nuevas competencias y capacidades mentales, cognitivas, lingüísticas y emocionales, así como los productos culturales que crearon. Comenzaron a fabricar gran cantidad y variedad de herramientas de piedra adaptadas a fines específicos —este proceso de generación de artefactos llega hasta las tecnologías actuales— y a utilizar símbolos lingüísticos y artísticos para comunicarse y organizar su vida social, y con el tiempo han llegado a conquistas como la escritura, las matemáticas o la música. Empezaron también a adoptar prácticas y organizaciones sociales, desde los ritos funerarios hasta la domesticación de animales. El resultado han sido las instituciones de tipo religioso, político o educativo.

Como conquista filogenética, el *Homo sapiens* desarrolló un cerebro con unas capacidades mentales que le permitieron ponerse en el lugar mental del otro. Esta comprensión de que los otros son también seres intencionales, semejantes a uno, resulta crítica para los aprendizajes culturales humanos. Aprender el uso de una herramienta, un símbolo o participar en una práctica social exige comprender el significado intencional de tales usos, es decir, comprender la finalidad, las intenciones comunicativas de los usuarios.

La conquista de estas capacidades mentales posibilitó las diversas formas de aprendizaje cultural y la creación de herramientas y artefactos cada vez más innovadores y creativos, así como las tradiciones culturales. Las niñas y los niños crecen en el seno de estos artefactos e instituciones sociales, históricamente constituidas, de modo que la ontogenia mental humana acontece en el entorno de artefactos, símbolos y prácticas sociales continuamente renovados que representan la sabiduría colectiva del grupo social, y que les permite incorporar los conocimientos acumulados y las habilidades sociales del grupo. La capacidad

² Mithen, S. (1998), *Arqueología de la mente*, Barcelona, Crítica. Arsuaga, J. L. y Martínez, I. (1998), *La especie elegida*, Madrid, Temas de Hoy.

cognitiva-emocional-social del niño, ya desde el primer año de vida, de identificarse con otras personas, de comprender que los demás son seres mentales, que tienen pensamientos, intenciones y sentimientos, será la llave que le abre a la participación en la vida social y a la incorporación de los productos culturales.

Esta capacidad cognitiva-social del ser humano resulta clave para poder comprender la comunicación interpersonal y la interacción social. En las relaciones interpersonales continuamente interpretamos el comportamiento del otro, suponiendo que tiene estados mentales, como opiniones, creencias, deseos, intenciones, intereses o sentimientos. Cuando alguien hace algo pensamos que tal conducta se debe a determinados pensamientos, sentimientos o deseos que tiene en su cabeza. Los seres humanos tenemos unas capacidades que nos permiten naturalmente atribuir estados mentales a los demás y a nosotros mismos. Somos animales mentalistas³.

Las capacidades del *Homo sapiens* de “leer la mente” de los otros, de inferir sus pensamientos y sentimientos y de comportarse adecuadamente son universales cognitivos y emocionales de mujeres y hombres. Pero es razonable plantearse si existen diferencias en tales capacidades según el sexo. Según Simon Baron-Cohen, el cerebro femenino está predominantemente estructurado para la empatía, mientras que el cerebro masculino está predominantemente estructurado para entender y construir sistemas⁴.

La empatía es la capacidad para identificar las intenciones, los pensamientos y los sentimientos de otras personas, y responder adecuadamente. La empatía permite sentir las emociones de otras personas, conectar con ellas y comprenderlas, predecir su conducta y tener un comportamiento emocional apropiado. Las mujeres presentan más capacidades para la empatía que los hombres. En la empatía, como en otras capacidades humanas, hay

³ Rivière, A. y Núñez, M. (1997), *La mirada mental*, Buenos Aires, Aique. Gómez, J.C. (2007), *El desarrollo de la mente en los simios, los monos y los niños*, Madrid, Morata. García García, E. (2008), “Neuropsicología y Educación. De las neuronas espejo a la teoría de la mente”, *Revista de Psicología y Educación*, 3, 1, pp. 69-89.

⁴ Baron-Cohen, S. (2005), *La gran diferencia*, Barcelona, Amat. Baron-Cohen, S., Knickmeyer, R. C. y Belmonte, M. K. (2005), “Sex differences in the brain: Implications for explaining autism”, *Science*, 310, pp. 819-823.

diferencias individuales. La afirmación de Baron-Cohen se refiere al promedio de mujeres, pero hay mujeres menos empáticas, igual que hay hombres más empáticos que algunas mujeres.

La sistematización es la capacidad para analizar, explicar y construir sistemas. Los sistemas pueden ser muy variados, tanto en el mundo natural como en el social. Una persona sistematizadora está interesada en comprender cómo funcionan las cosas, ya sea en el ámbito matemático, físico, químico, biológico o social. Los hombres, como promedio, son más sistematizadores que las mujeres, pero como en el caso de las mujeres y la empatía, no significa que todos los hombres sean igualmente sistematizadores. Hay mujeres más sistematizadoras que muchos hombres. Todas las personas presentan diferentes grados en las capacidades de empatizar y sistematizar.

Gracias a la capacidad de sistematizar, explicamos y predecimos acontecimientos y regularidades; y debido a la capacidad para empatizar, comprendemos, conectamos y nos comportamos apropiadamente con los demás. Mujeres y hombres tenemos ambas capacidades y en una combinación única en cada uno. Una mujer, por el hecho de serlo, no tiene necesariamente un cerebro más empático, ni un hombre tiene que ser necesariamente sistematizador. Sin embargo, hay más hombres que mujeres que tienen un cerebro sistematizador y más mujeres que hombres que presentan un cerebro más empático.

Hombres y mujeres tenemos capacidades de ambos tipos, y cada persona posee una combinación única. Podemos imaginar en un *continuum* cinco tipos de personas. Las personas que tienen unas capacidades empáticas más desarrolladas que las sistematizadoras, que serían el cerebro femenino. Las personas cuyas capacidades de sistematización son superiores a las de la empatía, que serían el tipo de cerebro masculino. Las personas que presentan un equilibrio entre ambos tipos de capacidades. Además, hay personas con un cerebro extremo masculino, que desarrollan la sistematización a un nivel muy superior, mientras que la empatía es inferior a lo normal, y que se sitúan en el espectro autista. También hay personas con un cerebro extremo femenino, que tienen unas capacidades empáticas superiores o hiperdesarrolladas, pero carecen o tienen menos desarrolladas las capacidades de sistematización. En el autismo como caso extremo de cerebro masculino (el

denominado “trastorno del espectro autista” o TEA) hay también un *continuum*: el trastorno generalizado del desarrollo, autismo de bajo funcionamiento, funcionamiento normal, autismo de alto funcionamiento y síndrome de Asperger.

Como ya hemos manifestado anteriormente, una mujer, por ser mujer, no tiene por qué tener un cerebro de tipo empático, y lo mismo ocurre con un hombre y el cerebro de tipo sistematizador. Pero, como ya sabemos, hay más hombres que mujeres que tienen un cerebro de tipo sistematizador y más mujeres que hombres que tienen un cerebro de tipo empático⁵. Según estimaciones de Baron-Cohen, en torno al 95% de la población presenta un cerebro más femenino o empático, masculino o sistematizador y equilibrado. Un porcentaje más reducido (2,5%) tiene un cerebro masculino o sistematizador extremo y un porcentaje similar (2,5%) tiene un cerebro empático extremo.

Las personas que tienen unas capacidades muy inferiores de empatía y muy superiores a lo normal de sistematización son generalmente hombres que solo hablan con los demás de temas de trabajo, para obtener algo que necesitan o para compartir informaciones y datos sobre hechos. Responden a las preguntas sobre datos que consideran relevantes, pero no les interesa especialmente interactuar con los demás. Son personas motivadas en discusiones sobre temas determinados, y que intentan persuadir al otro para que acepte sus propias opiniones, pero que no les interesan las charlas o conversaciones informales. El tema que tienen frente a ellos es lo que les preocupa, y no se detienen a considerar lo que los demás piensan. Si se les presenta un problema buscarán las claves y regularidades para resolverlo. Sintonizan hasta tal punto con los detalles que llegarán a ignorar por completo todo lo que les rodea. Fijan tanto su atención en las variables objetivas que no se dan cuenta de los sentimientos de las personas que tienen a su lado. Si les surge alguna especulación sobre lo que alguien puede pensar o sentir, desconectan en seguida, porque no les interesa lo desconocido o imprevisible. Tienen, por tanto, un cerebro extremo masculino. Y el caso extremo de esta conducta es el autismo.

⁵ Baron-Cohen, S. (2005), *La gran diferencia*, Barcelona, Amat. Baron-Cohen, S., (2012), *Autismo y síndrome de Asperger*, Madrid, Alianza.

El autismo se diagnostica cuando una persona presenta anomalías en el desarrollo social y en la comunicación e intereses obsesivos desde una temprana edad.

En cuanto al cerebro extremo femenino, este ha sido menos estudiado y hay menos información. Las capacidades de empatía son significativamente superiores, pero la sistematización está debilitada. Son personas con dificultades para entender los sistemas, la física, la química, las matemáticas, las máquinas, los ordenadores, pero pueden ser extremadamente competentes en captar los sentimientos y pensamientos de los demás. La empatía exagerada podría ser una gran ventaja, mientras que la capacidad de sistematización poco desarrollada podría no causar especial problema. Es posible que el cerebro extremo femenino no sea tan investigado, y no se vea en las clínicas, porque no impide la adaptación y la interacción social.

Aportaciones desde otras disciplinas, como la paleontología y la psicología evolucionista, proporcionan claves para dar cuenta de las diferencias en capacidades mentales de hombres y mujeres. Parece razonable aceptar que determinadas diferencias son resultado de un proceso evolutivo que recogió, por selección natural, aquellas ventajas adaptativas para la supervivencia de la especie. A lo largo de miles de años de nuestra historia filogenética, el hombre vivía en grupos limitados de cazadores-recolectores, con división del trabajo entre los sexos. Los varones se encargaban de la caza mayor, que exigía recorrer largas distancias, orientarse en los desplazamientos, representar mapas mentales del territorio, desarrollar rapidez en el lanzamiento de proyectiles, etc. También eran responsables de la defensa del grupo contra depredadores y enemigos. Las mujeres recolectaban alimentos, atendían el hogar, preparaban la comida, se ocupaban de la vestimenta y estaban especialmente volcadas en la atención, protección y cuidado de los hijos.

Tales especializaciones habrían dispuesto diferentes presiones de selección a varones y mujeres. Aquellos necesitarían encontrar caminos a través de largas distancias y habilidades motrices para acertar en un blanco. Las mujeres precisarían orientación en espacios próximos, amplitud de memoria para los detalles, capacidades motrices finas y una especial discriminación para los pequeños cambios en el entorno, muy especialmente en el aspecto

y comportamiento de los hijos, sus necesidades y demandas y sus estados emocionales⁶.

El cerebro-mente humano es resultado de un largo y complejo proceso evolutivo, en el que cabe diferenciar una doble perspectiva: filogenética y ontogenética. En un proceso filogenético de millones de años surgieron capacidades cognitivas, emocionales y sociales exclusivas de la especie humana. Estas nuevas capacidades de ver y comprender a otras personas cambiaron radicalmente el proceso de evolución cognitiva y la naturaleza de las interacciones sociales. Las nuevas capacidades cognitivas-afectivas-sociales posibilitaron la generación y transmisión de la cultura, de herramientas, de símbolos y de tradiciones a las nuevas generaciones, en un continuado proceso de innovaciones y mejoras, de progreso humano. Es el llamado "efecto trinquete" o "bola de nieve"⁷.

Gracias a los procesos educativos de transmisión de las nuevas conquistas culturales se modifica sustancialmente la naturaleza del nicho ontogenético, en el que se desarrollan los niños de las nuevas generaciones. Los niños de cada generación nacen, se desarrollan y crecen en un mundo físico y social a través de la lente de los instrumentos culturales preexistentes, que traen incorporada parte de las relaciones intencionales que sus inventores y usuarios mantenían con el mundo. Los niños van a crecer rodeados de las mejores herramientas y los símbolos que sus predecesores inventaron para hacer frente a los rigores y exigencias de su mundo físico y social. Los niños internalizan estas herramientas y estos símbolos y aprenden a utilizarlos gracias a los procesos de enseñanza-aprendizaje, especialmente el aprendizaje imitativo y el lenguaje, creando en ese proceso algunas formas nuevas y eficaces de representación cognitiva, basadas en las perspectivas mentales de otras personas.

Para dar cuenta de la mente humana es necesario situarse en dos marcos temporales muy distintos: el tiempo filogenético, que se mide en millones de años, cuando los primates desarrollaron su modo singular de percibir y comprender a los miembros de

⁶ Barkow, J., Cosmides, L. y Tooby, J. (1992), *The Adapted Mind: Evolutionary Psychology and the Generation of Culture*, New York, Oxford University Press.

⁷ Tomasello, M. (2007), *Los orígenes culturales de la cognición humana*, Buenos Aires, Amorrortu.

su especie, y el tiempo del *Homo sapiens*, que se registra en miles de años (hace 250.000 años, aproximadamente), cuando esta capacidad tan especial de comprensión y empatía social posibilitó la creación, innovación y transmisión de la herencia cultural. El tiempo ontogenético presenta una escala de miles de días y de horas en la vida personal de cada individuo, cuando desde el nacimiento el bebé humano sale prematuro del útero materno para entrar en el útero cultural de la familia, donde se nutrirá de los productos culturales de su comunidad⁸.

Nacemos con unas memorias filéticas, un código genético, propio de nuestra especie. El programa genético de cada individuo primero desarrolla y conforma el cerebro en el medio intrauterino, y después de nacer en el medio sociocultural. Las informaciones almacenadas en los genes han posibilitado la supervivencia y adaptación de los organismos al medio. Sobre los cimientos de la memoria filética se van a desarrollar en el ser humano las diferentes memorias individuales, explícitas e implícitas.

Las memorias filogenéticas o de especie y las memorias ontogenéticas o individuales se basan en la conectividad neuronal. En el primer caso, esta conectividad depende de la selección natural, mientras que en las memorias individuales y la identidad personal es determinante la neuroplasticidad que está presente a lo largo de toda la vida del individuo. Los aprendizajes en los contextos físicos y socioculturales cambian físicamente los cerebros. Las distintas experiencias que mujeres y hombres viven a lo largo de sus vidas moldean sus cerebros y posibilitan procesos cognitivos y emocionales diferenciales.

Los cambios se dan en los circuitos neuronales, potenciando o inhibiendo conexiones, estableciendo nuevas sinapsis en las neuronas y generando neuronas nuevas. La neuroplasticidad o plasticidad cerebral hace referencia a los cambios en la estructura y organización funcional del cerebro que acompañan a experiencias, aprendizajes y memorias. Estos cambios se producen a distintos niveles, desde el molecular y neuronal, a los circuitos, redes y sistemas cerebrales. Los diferentes tipos de experiencias

⁸ García García, E. (2010), "Desarrollo de la mente: filogénesis, sociogénesis y ontogénesis", en Maceiras, M. y Méndez, L., *Ciencia e investigación en la sociedad actual*, Salamanca, San Esteban.

moldean el cerebro de diferentes maneras, de modo que en parte somos escultores de nuestro propio cerebro. La cultura moldea el cerebro humano, a la vez que el cerebro es generador de la cultura, sus conquistas y desarrollo. Durante toda la vida estamos aprendiendo y memorizando. El cerebro cambia de manera significativa como respuesta a las experiencias en interacción con el medio⁹. Los diferentes aprendizajes y experiencias de socialización que viven mujeres y hombres moldean el cerebro y las capacidades mentales diferenciales en uno y otro sexo.

1.2. Sexo genotípico, sexo fenotípico, identidad y orientación sexual

La década de 1990 aportó un avance espectacular en el conocimiento del cerebro. Las investigaciones en neurociencia se han situado en la vanguardia y nuevas tecnologías de neuroimagen han posibilitado observaciones y experimentos revolucionarios sobre los procesos perceptivos, motrices, cognitivos, lingüísticos y emocionales del ser humano. Se han realizado estudios sobre las diferencias cerebrales-mentales entre hombres y mujeres. Polémicas anteriores como herencia-medio o naturaleza-crianza se abordan en la actualidad con datos nuevos. Numerosas investigaciones evidencian diferencias entre mujeres y hombres en la organización funcional del cerebro y en la actividad mental, replanteando cuestiones tradicionales sobre los condicionantes biológicos y culturales a la hora de conocer, querer, sentir y actuar de hombres y mujeres.

No cabe en la actualidad adoptar posturas simplistas y dicotómicas de oposición de sexo frente a género, entendiendo que sexo hace referencia a los aspectos biológicos de dimorfismo sexual, es decir, varón frente a mujer; mientras que género agrupa los aspectos psicológicos, sociales y culturales, esto es, lo que en una determinada sociedad se considera que describe y prescribe como propio y diferencial de ser hombre o mujer, masculino o

⁹ García García, E. (2018), *Somos nuestra memoria. Recordar y olvidar*, Barcelona, Bonallettra.

femenino. Tal oposición entre biología y cultura tan vigente en la tradición no solo es simplista, sino falsa.

Tradicionalmente, lo referente a sexo se ha abordado desde la genética, la endocrinología, la anatomía, la fisiología y la neurología; mientras que el género ha sido objeto de las ciencias sociales, la psicología, la sociología y la antropología. Sin embargo, catalogar sexo como biológico y género como psicosocial imposibilita la adecuada comprensión de la realidad, al permanecer enredado en las redes categoriales tradicionales de oposición herencia-medio y biología-cultura. En la realidad no se dan esas categorías discretas y separadas, un dimorfismo sexual varón-mujer, sino un polimorfismo sexual. Así, además de la correspondencia más armónica y generalizada entre los distintos niveles (genético, endocrinológico, fisiológico y neurológico) presente en hombres y mujeres, se dan también discordancias entre los niveles señalados en casos más atípicos de indefinición, bisexualidad y transexualidad¹⁰.

A través de numerosos estudios se recoge una muestra de la gran complejidad de la determinación del sexo biológico y del género con el que cada persona se identifica, y que no siempre concuerda con el sexo que se le asigna al nacer. Por tanto, mejor que hablar de categorías dimórficas en sexo (mujer-varón) y género (masculino-femenino), parece más apropiado situarse en un espectro con posiciones intermedias, ya que se trata de una variable de naturaleza dimensional, mejor que categorial¹¹.

Este polimorfismo sexual se conforma a lo largo de la vida de la persona y se vivencia de maneras diversas en identidades únicas e irrepetibles. Cada persona estructura su yo, hace suya su propia corporeidad sexualizada y es más o menos consciente de su forma de percibir, pensar, sentir y actuar como ser humano. La persona vive su sexualidad en contextos socioculturales determinados, asumiendo y exteriorizando unos determinados roles y estereotipos.

Lo biológico y lo social están siempre presentes en la configuración de la identidad y del comportamiento personales, y

¹⁰ Fausto-Sterling, A. (1992), *Myths of Gender: Biological Theories About Women and Men*, New York, Basic Books. García García, E. (2003), "Neuropsicología y género", *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría*, 86, pp. 2.175-2.186.

¹¹ Montañez, A. (2017), "Más allá de XX y XY", *Investigación y Ciencia*, 494, pp. 30-31.

para dar cuenta de lo humano se requiere un marco explicativo biopsicosocial. Las distintas disciplinas científicas han dado prioridad a unos factores u otros, según pertenecieran al ámbito de las ciencias naturales o sociales. Las investigaciones neurocientíficas ofrecen en la actualidad una perspectiva privilegiada para explicar la interacción de factores biológicos y sociales.

Los aproximadamente 20.000 genes que recogen la memoria filogenética de la especie humana se agrupan en 23 pares de cromosomas, como hemos comentado anteriormente. El par 23, cuando es XX, determina el sexo de mujer, y cuando es XY, de varón. Un gen del cromosoma Y, el gen SRY (*sex-determining region Y*), activa en la sexta semana de vida intrauterina el desarrollo de los testículos, que a su vez producirán hormonas andrógenas, la testosterona, que se distribuye por todo el embrión estableciendo las pautas de estructuración corporal propias del varón. La testosterona es responsable de la masculinización del cuerpo humano en los diversos sistemas (musculoesquelético, cardiovascular y nervioso), particularmente el cerebro.

Cuando el par de cromosomas es XX, la segunda X envía instrucciones para fabricar ovarios, que producirán los estrógenos, que a su vez conformarán la estructuración corporal propia de la mujer. La feminización del cuerpo de la mujer afecta a todos los sistemas, desde el sexual reproductor hasta el nervioso central, la organización funcional del cerebro y las capacidades mentales. De modo que, si no está presente el cromosoma Y, no se forman los órganos genitales masculinos y lo que se desarrollan son los genitales propios de la mujer. Podemos afirmar que genéticamente Adán nace de la costilla de Eva.

A las seis semanas del desarrollo embrionario humano se forman las gónadas primordiales. Fijados a las gónadas están dos conjuntos de tubos, los conductos de Müller y Wolff, a partir de los cuales se generarán los genitales internos. Al mismo tiempo se desarrolla una estructura indiferenciada o surco urogenital que da origen a los genitales externos. Cuando en los embriones XY se activa el gen SRY, produce una proteína denominada "factor determinante testicular" o TDF, que instruye el desarrollo de los testículos, los cuales secretan la testosterona y la hormona inhibidora de los conductos de Müller (HIM), impidiendo así que tales conductos se desarrollen y posibilitando el desarrollo

de los conductos de Wolff y las vesículas seminales. El tejido que rodea el surco urogenital se convierte en el pene y el escroto. En ausencia de TDF (en los embriones XX), la gónada se diferencia en ovario, los conductos de Wolff degeneran y los conductos de Müller desarrollan los oviductos, el útero y el cuello uterino. El tejido que rodea el surco urogenital se convierte en el clítoris, los labios y la vagina. Así pues, el desarrollo del fenotipo femenino depende de la ausencia de TDF y de la consiguiente falta de andrógenos, mientras que la presencia de TDF y la producción de andrógenos al comienzo de la vida intrauterina llevan a la diferenciación de cuerpo y cerebro masculinos.

Este patrón general en el desarrollo de la mayoría de los seres humanos presenta excepciones, como en el caso de personas con sexo indiferenciado o cambio de sexo. Esto puede deberse a varios factores, como la no activación del gen SRY, aunque esté presente el cromosoma Y, en el par 23 XY, lo que llevará a una conformación corporal externa propia de mujer, pero sin útero. En otros casos, embriones XX quedan afectados por el suministro de hormonas andrógenas que ha tomado la madre, para prevenir un aborto, por ejemplo. El tratamiento con testosterona, en edades posteriores, puede masculinizar el cuerpo de una mujer, con cambios manifiestos en su estructura corporal, el sistema muscular y el cardiovascular y, lo que más nos interesa aquí, el sistema cerebral, desarrollando así modalidades mentales masculinas, con perfiles cognitivos y emocionales más propios de hombre.

La palabra "sexo" presenta significados diferentes según se trate de sexo genotípico, sexo fenotípico o identidad sexual. El sexo genotípico está determinado por dos cromosomas sexuales, X e Y. Cromosomas XX es una mujer genotípica, XY es un hombre genotípico. El sexo fenotípico está determinado por el desarrollo de los genitales internos y externos. Si el plan de desarrollo no se altera, el genotipo XX conduce a una persona con ovarios, oviductos, útero, cuello uterino, clítoris, labios genitales y vagina: una hembra fenotípica. Igualmente, el genotipo XY lleva a una persona con testículos, vesículas seminales, pene y escroto: un varón fenotípico. La identificación de sexo está determinada por la percepción y valoración subjetiva que una persona tiene de su sexo, en un contexto sociocultural determinado. La identidad sexual es la percepción consciente que una persona tiene de su sexo fenotípico. Implica

autovaloración, proyectos y expectativas determinadas y ajuste a dichas expectativas, de acuerdo con los rasgos diferenciales asociados con un sexo u otro en un contexto sociocultural determinado.

Sexo genotípico, sexo fenotípico e identificación de sexo no siempre y necesariamente van alineados, dando lugar a diversos problemas biológicos, psicológicos y sociales, como sucede en las personas intersexuales y transexuales. Por ejemplo, algunas personas pueden sufrir, debido a una identificación que no coincide con su sexo, y considerarse como miembros del sexo opuesto. La discrepancia puede ser tan fuerte que recurren a la cirugía y tratamiento hormonal para conseguir que su sexo fenotípico se ajuste con su identificación de sexo. Otras personas son genotípicamente XY, pero fenotípicamente mujeres, debido a un gen defectuoso para receptor de andrógenos, lo que se llama "feminización testicular". Esta deficiencia de los receptores conduce al desarrollo de los genitales internos de un hombre y de los genitales externos de una mujer. Por ello se consideran como mujeres, aunque tienen un cromosoma Y. En general, no son conscientes de su condición hasta la pubertad, al no tener menstruación. En este caso, la identidad de sexo se corresponde con el fenotipo sexual externo, pero no con el genotipo.

Otros casos son los hombres genotípicos y mujeres fenotípicas al comienzo de la vida, pero cuyo fenotipo cambia en la pubertad. Hasta la niñez son mujeres fenotípicas, al carecer de una enzima que promueve el desarrollo temprano de los genitales masculinos. Sus genitales son ambiguos, pero de aspecto más bien femenino, y habitualmente son criados como mujeres y la socialización es femenina. Pero en la pubertad, cuando la secreción testicular de andrógenos es más elevada, el clítoris evoluciona a un pene y los testículos descienden convirtiéndose en hombres fenotípicos. Mujeres genotípicas con hiperplasia suprarrenal congénita tienen glándulas suprarrenales muy activas durante el desarrollo, con la consiguiente producción anómalamente alta de andrógenos. Estas mujeres muestran conductas masculinas y, de adultas, tienden a establecer relaciones homosexuales. Los niveles elevados de andrógenos estimulan circuitos encefálicos sexualmente dimórficos, conformando pautas de comportamiento masculinas.

Se estima que en torno al 2% de la población presenta alguna variación genética calificada de intersexualidad, que conlleva

una incongruencia entre el sexo genotípico y el fenotípico. Las personas XXY (síndrome de Klinefelter) tienen genitales masculinos, pero también algunas características sexuales secundarias femeninas, como los pechos, probablemente debido a una mayor activación de genes en los dos cromosomas XX. Las personas XO, o síndrome de Turner, son de baja estatura y tienen un desarrollo gonadal y genitales externos muy poco desarrollados, que suelen parecer femeninos y son estériles. Las personas XYY presentan tejidos gonadales y genitales externos masculinos, y son estériles.

Otras alteraciones genéticas que llevan a intersexualidad son mutaciones en los genes que codifican enzimas para la producción de hormonas. Es el caso de la hiperplasia suprarrenal congénita, resultado de mutaciones en el gen que codifica 21-hidroxilasa, una enzima que sintetiza cortisol y aldosterona en la glándula suprarrenal. Los genotipos XY con hiperplasia suprarrenal congénita están muy masculinizados, son muy altos a una edad temprana y presentan una pubertad precoz. En los genotipos XX, la hiperplasia suprarrenal congénita produce una secreción suprarrenal hiperactiva de testosterona durante el desarrollo, y conduce a un fenotipo sexual masculinizado y ambiguo.

El síndrome de insensibilidad a los andrógenos o feminización testicular se da en varones con genotipo XY, con testículos hipotróficos, lo que lleva al desarrollo de genitales externos femeninos. Parecen mujeres, son criados y se identifican como mujeres, aunque tienen un cromosoma Y. Sin embargo, al llegar a la pubertad, la secreción de testosterona aumenta y entonces el aparente clitoris se agranda hasta el tamaño de un pene, y los testículos descienden. En la República Dominicana se ha estudiado especialmente este síndrome en familias consanguíneas, y el trastorno se denomina popularmente como "güevedoce" o testículos a los doce. La prueba genética que identifica a los niños afectados permite criar a estos como varones desde la infancia, de acuerdo con su sexo genotípico, lo que posibilita una continuidad en la identidad y orientación sexual¹².

Los conflictos e incongruencias entre sexo genotípico, fenotípico e identidad de sexo y de género suscitan muchos problemas

¹² LeVay, S. (1995), *El cerebro sexual*, Madrid, Alianza Editorial.

biopsicosociales. La práctica clínica estándar recomienda un diagnóstico precoz de la intersexualidad y plantear adecuados ajustes de tratamientos quirúrgicos y hormonales que permitan una adecuada correspondencia entre sexo, cuerpo, cerebro e identidad de género tan pronto como sea posible¹³.

1.3. Diferencias cerebro-mente de hombre y mujer

Dentro de los universales cognitivos, lingüísticos y emocionales que comparten todos los miembros de la especie humana, mujeres y hombres tienden a presentar diferencias en la organización funcional del cerebro y, por tanto, en sus capacidades mentales. Unos autores han resaltado precisamente estas diferencias, mientras que para otros las estructuras y procesos generales y comunes son lo prioritario y las características diferenciales quedan en un segundo plano.

El modelo estándar de las ciencias sociales ha impuesto como académicamente correcto, y también políticamente, la consideración de que las diferencias entre los seres humanos, y más concretamente entre hombres y mujeres, son debidas sobre todo al medio sociocultural, los aprendizajes y la socialización. Pero estos supuestos ambientalistas en extremo son muy difíciles de mantener ante las investigaciones disponibles¹⁴. Igualmente, tampoco resulta adecuado el reduccionismo biologicista, ya que las distintas experiencias en el medio físico y sociocultural moldean el cerebro de las personas.

Desde hace varias décadas se están investigando las diferencias en las capacidades mentales de mujeres y hombres. Las publicaciones son muy numerosas, y con resultados controvertidos y polémicos. En la década de 1970, un grupo de investigación dirigido por Max Coltheart publicaba en la revista *Nature* un estudio sobre las diferencias sexuales en la resolución de problemas. Por ejemplo, en un tipo de “test acústico”, los voluntarios, hombres y

¹³ Purves, D. et al. (2016), “Sexo sexualidad y encéfalo”, *Neurociencia*, Madrid, Panamericana.

¹⁴ Pinker, S. (1996), *El instinto del lenguaje*, Madrid, Alianza. Pinker, S. (2002), *The Blank Slate: The Modern Denial of Human Nature*, New York, Viking.

mujeres, debían contar todas las letras del alfabeto, cuya pronunciación incluyera una “e” (como b, c, d, e, f, g, etc.). En el “test de formas”, los mismos sujetos tenían que contar las letras mayúsculas con algún rasgo curvo (como b, c, d, g, etc.), con el requisito de que los participantes no podían pronunciar en voz alta ni escribir las letras. Se observó que un número bastante superior de mujeres había realizado el test acústico correctamente, mientras que el problema espacial del test de formas fue resuelto satisfactoriamente por un mayor número de varones.

En los años 1990, Doreen Kimura analizó las publicaciones sobre las diferencias en capacidades mentales y elaboró una selección típica de ejercicios en los que varones y mujeres lograban mejor rendimiento. Como tendencia general, las mujeres superaban a los hombres en las pruebas de velocidad perceptiva, cuando había que identificar rápidamente objetos concordantes. También en pruebas de fluidez en la ideación, como, por ejemplo, enumerar objetos que fueran del mismo color, y en pruebas de fluidez verbal en las que había que encontrar palabras que empezaran con la misma letra. Se comportaban con más éxito en tareas manuales de precisión que requerían una coordinación motriz fina y realizaban mejor que los hombres las pruebas de cálculo matemático.

Los hombres superaban a las mujeres en determinadas tareas espaciales, como en las que implicaban hacer girar mentalmente un objeto. Mostraban mayor precisión que las mujeres en habilidades motoras dirigidas a un blanco, como lanzar o interceptar proyectiles. Realizaban mejor las pruebas de identificación de figuras en marcos complejos, como, por ejemplo, encontrar una determinada figura u objeto escondidos en una figura más compleja, y también aventajaban a las mujeres en pruebas de razonamiento matemático¹⁵.

Pero conviene hacer algunas precisiones respecto a las diferencias señaladas entre hombres y mujeres. Se trata de medidas estadísticas que establecen medias de puntuación, de las que cualquier individuo puede distanciarse más o menos. Debido a

¹⁵ Kimura, D. (1987), “Are men’s and women’s brains really different?”, *Canadian Psychology*, 28, pp. 183-187. Kimura, D. (1992), “Cerebro de varón, cerebro de mujer”, *Investigación y Ciencia*, pp. 77-84. Kimura, D. (1996), “Sex, sexual orientation and sex hormones influence human cognitive function”, *Current Opinion in Neurobiology*, 6, pp. 259-263. Kimura, D. (1999), *Sex and Cognition*, Cambridge, MA, MIT Press.

que en muchas pruebas que ofrecen valores medios de las diferencias de origen sexual existe una superposición muy grande de los resultados de hombres y mujeres, es preciso tener en cuenta las variaciones dentro de cada sexo para poder estimar con más fiabilidad las diferencias entre estos. Por ejemplo, si en una prueba la puntuación media es de 105 para las mujeres y de 100 para los hombres, los resultados de las mujeres se distribuyen de 100 a 110 y los de los hombres de 95 a 105; la diferencia sería más significativa que si los resultados variaran en las mujeres entre 50 y 150 y en los hombres entre 45 y 145. En tal caso, la superposición de puntuaciones sería mucho mayor.

La desviación típica proporciona una medida de la variación de las puntuaciones registradas en el interior de un grupo. Para comparar la cuantía de la diferencia a causa del sexo en tareas distintas, se divide la diferencia entre grupos de sexo por dicha desviación típica, obteniendo un cociente denominado "efecto de tamaño" que suele considerarse pequeño cuando es inferior a 0,5. Distintos estudios parecen demostrar que las diferencias entre sexos son menos significativas en pruebas de vocabulario, razonamiento, fluidez verbal e ideativa, donde las mujeres tienden a superar a los hombres. Y son más acusadas y significativas en pruebas como rotación espacial o precisión en puntería, a favor de los hombres¹⁶.

También se han investigado las diferencias entre sexos en la estructura cerebral y en las variables neuroanatómicas. Los primeros estudios registraron que el cerebro de la mujer es, en promedio, entre un 10 y 15% más pequeño, después de considerar la diferencia de tamaño corporal. También se estimó que la corteza cerebral de la mujer tenía menos neuronas, aproximadamente 3.500 millones menos que la corteza masculina. Estas cifras no significan que la *inteligencia de la mujer sea menor, pues más importante que el número de neuronas es la red de interconexiones*. Por tanto, el tamaño del cerebro no es un indicador relevante de la inteligencia.

Se han investigado las diferencias en distintas regiones y áreas cerebrales. En el hipotálamo, algunos núcleos nerviosos presentan tamaño diferente según se trate de varones o hembras. También el

¹⁶ Halpern, D. F. (2000), *Sex Differences in Cognitive Abilities*, New York, Lawrence Erlbaum. Hausmann, M. (2004), "Varón o mujer: cuestión de simetría", *Mente y Cerebro*, 7, pp. 58-61.

cuerpo calloso y las comisuras que comunican los dos hemisferios parecen más densos en el caso de las mujeres, lo que lleva a considerar que en el cerebro femenino hay mayor comunicación entre el hemisferio izquierdo y el derecho. Algunas funciones, como la capacidad espacial y la lingüística, están más lateralizadas. Las capacidades espaciales tienden a localizarse en el hemisferio derecho, mientras que la lingüística radica en el izquierdo. La asimetría funcional parece más manifiesta en varones que en mujeres. Por tanto, las mujeres parecen recabar ambos hemisferios para las funciones, mientras que los varones tienden a concentrar la actividad neural en un hemisferio u otro, las capacidades verbales en el hemisferio izquierdo y las espaciales en el derecho.

La amígdala se ha estudiado con especial interés. Estudios anatómicos sugieren que la de los hombres tiene un volumen mayor que la de las mujeres, pero otras investigaciones indican que estas diferencias no son suficientemente importantes. Si bien los datos anatómicos no son concluyentes, parece más aceptado que se dan diferencias funcionales en las amígdalas de hombres y mujeres cuando responden a emociones. Al recordar contenidos emocionales fuertes, la amígdala derecha se activa más en los hombres, mientras que la izquierda se activa más en las mujeres. Parece que la lateralidad de la activación, y no tanto el volumen, es el dimorfismo más claro.

También se han realizado estudios con resonancia magnética funcional buscando diferencias en la actividad de regiones potencialmente dimórficas en cerebros de hombres y mujeres homosexuales y heterosexuales. Sin ser concluyentes, los estudios parecen sugerir diferencias en el encéfalo correlacionadas con la identidad y la orientación sexual. Estas diferencias plantean una adquisición de características femeninas en los cerebros de hombres homosexuales y características masculinas en los cerebros de mujeres homosexuales. Estudios comparando cerebros de hombres y mujeres transexuales con orientación sexual homosexual, y hombres y mujeres heterosexuales como control, han registrado diferencias en volumetría de estructuras subcorticales y densidad cortical¹⁷.

¹⁷ Guillamon, A. (2018), "Bases psicobiológicas de la identidad de género", en Fernández-Ballesteros R., *Psicología para un mundo sostenible*, Madrid, Pirámide.

Diferentes estudios recogen el tamaño medio de las regiones en el cerebro femenino y masculino¹⁸. Es muy importante señalar que estas representaciones se basan en estimaciones medias, y que la variabilidad individual imposibilita predecir el sexo de la persona sobre la base del tamaño de las citadas áreas cerebrales. Estudios anatómicos recogen diferencias en el hipocampo, las áreas corticales prefrontales —particularmente la corteza orbitofrontal, que puede ser más grande en los hombres—, la corteza parietal, la corteza cingular y las cortezas temporales relacionadas con la audición y el lenguaje, pero algunos de estos estudios no han sido replicados.

Un estudio de Ruben Gur *et al.* con 61 personas adultas, 37 hombres y 24 mujeres, y una media de 27 años de edad, ha mostrado diferencias significativas entre ambos sexos en 17 zonas del cerebro, de 26 áreas estudiadas. Los datos están en sintonía con lo que se ha señalado hasta aquí. Cabe resaltar las diferencias registradas en las regiones del sistema límbico. Los hombres muestran mayor actividad en las regiones basales, temporales, del sistema límbico, mientras que en las mujeres la activación es mayor en el área talamocingular. En el comportamiento emocional, los hombres tienen mayor tendencia a expresar su estado emocional mediante conductas agresivas; mientras que las mujeres prefieren la mediación simbólica, la verbalización y la expresión oral¹⁹.

Ruben Gur, Raquel Gur, Ragini Verma y otros investigadores publicaron en 2014 una investigación con 1.000 sujetos entre 8 y 22 años de edad, examinando sus cerebros con la técnica de tensor de difusión (variante de la tecnología de resonancia magnética), que registra el volumen, la estructura y la fuerza de las conexiones neuronales. Afirman que los hombres presentaban conexiones más fuertes dentro de cada hemisferio, mientras que las mujeres mostraban más conexiones y más fuertes entre los dos hemisferios. Los investigadores concluyen que el cerebro masculino está diseñado estructuralmente para facilitar la conexión entre percepción y acción coordinada, mientras que el femenino está

¹⁸ Purves, D. *et al.* (2017), *Neurociencia*, Madrid, Panamericana, p. 692.

¹⁹ Gur, R. *et al.* (1999), "Sex differences in brain gray and white matter in healthy young adults", *Journal of Neuroscience*, 19, pp. 4.065-4.070.

diseñado para facilitar la comunicación entre los dos modos de procesamiento: el analítico, más propio del hemisferio izquierdo, y el intuitivo del hemisferio derecho²⁰.

Admitiendo los datos registrados, conviene advertir que tales diferencias no se explican solamente por variables de sexo, genéticas y hormonales, sino también por variables más de género, esto es, de aprendizajes y experiencias de socialización, en el entorno, como hemos comentado al tratar la neuroplasticidad y la influencia del ambiente y la cultura en la organización funcional del cerebro. Hay que tener más presente la importancia de las variables ambientales, educativas y culturales al explicar las diferencias en el cerebro de hombres y mujeres y no reducirlas a variables de sexo²¹.

Las diferencias en las capacidades mentales por razón de sexo no solo aparecen después de la adolescencia. Ya están presentes desde edades tempranas, como han demostrado diferentes estudios transversales y longitudinales, desde los primeros años de vida, y estudios de carácter más psicométrico que se han venido realizando tradicionalmente en el marco de la psicología diferencial y evolutiva sobre diferencias en capacidades mentales ligadas al sexo. Se han desarrollado estudios sobre la influencia de las hormonas sexuales en la conformación del cerebro. Las hormonas sexuales no solo transforman los genitales, también condicionan los comportamientos, al modificar la estructura neural del cerebro²².

Los efectos de la exposición a las hormonas sexuales son distintos según el momento de la vida en el que se producen. Cuando la edad es más temprana, en el periodo uterino, los efectos son más duraderos, al modificar la organización cerebral de forma más permanente. Son más organizativos y estructurales cuando se aplican en periodos más sensibles. Y estas mismas hormonas en etapas posteriores de la vida causarán efectos menores.

²⁰ Ingallhalikar, M. et al. (2014), "Sex differences in the structural connectome of the human brain", *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 111, (2), pp. 823-828.

²¹ Jordan-Young, R. y Ruminati, R. (2012), "Hardwired for sexism? Approaches to sex-gender in Neuroscience", *Neuroethics*, 5 (3), pp. 305-315.

²² LeVay, S. (1991), "A difference in hypothalamic structure between heterosexual and homosexual men", *Science*, 253, pp. 1.034-1.037. LeVay, S. (1995), *El cerebro sexual*, Madrid, Alianza Editorial. Zhou, J. et al. (1995), "A sex difference in the human brain and its relation to transsexuality", *Nature*, 378, pp. 68-70.

Los estudios con roedores han sido especialmente reveladores. A diferencia de los seres humanos, en las ratas la diferenciación sexual cerebral no se produce en el periodo fetal, sino inmediatamente después del nacimiento. Por ello, los experimentos son más fáciles de realizar. Cuando a un ratón con genitales masculinos se le priva al nacer de andrógenos, mediante castración o bloqueo de la función hormonal, se debilita su comportamiento sexual masculino, como la copulación con hembras, y en cambio se refuerzan comportamientos femeninos, como el arqueado del dorso. Paralelamente, si a una hembra, al nacer, se le administra andrógenos, mostrará en la edad adulta más comportamientos de tipo masculino, y su cerebro será de tipo masculino. La rata tiene cuerpo de hembra y cerebro de macho.

El comportamiento reproductor depende del hipotálamo. Estudios han demostrado que un área basal del hipotálamo es mayor en los ratones machos que en las hembras. Tal incremento está en función de los andrógenos en las etapas prenatal y posnatal. También en el cerebro humano se han encontrado tales diferencias. Los efectos de la temprana exposición a las hormonas sexuales no se limitan al comportamiento sexual o reproductor, también se expresan en otros comportamientos diferenciales entre machos y hembras, como la orientación espacial y el reconocimiento de pautas, juegos, etc. Estos comportamientos diferenciales se han observado en distintas especies de mamíferos y también en el ser humano.

Niñas que fueron expuestas en la etapa prenatal a dosis altas de andrógenos evidenciaron en su desarrollo dichas diferencias en la línea que hemos señalado respecto a la orientación espacial, la resolución de problemas espaciales, el reconocimiento de patrones, la velocidad perceptiva, el razonamiento matemático y la fluidez verbal. Algunos estudios incluso han registrado diferencias en tales tareas mentales en función de los cambios hormonales en el ciclo menstrual de la mujer, y también dependiendo de los ciclos estacionales del año, tanto en hombres como mujeres. Cabe afirmar que con tratamiento de testosterona se masculiniza no solo el cuerpo, sino también la mente, es decir, las propiedades de la organización funcional del cerebro.

Otra vía para estudiar las diferencias entre cerebro masculino y femenino es la que parte de las funciones mentales alteradas como consecuencia de lesiones cerebrales acotadas. En primer

lugar, respecto a la misma asimetría y lateralización cerebral. Sabemos que el cerebro humano está asimétricamente organizado, de modo que el hemisferio izquierdo procesa la información y controla la motricidad de la parte derecha del cuerpo, mientras que el hemisferio derecho controla la parte izquierda del cuerpo. El hemisferio izquierdo es responsable del lenguaje en el 98% de la población que es diestra, mientras que en el hemisferio derecho tienden a radicar funciones de carácter visoespacial y razonamiento matemático. El cuerpo calloso está formado por el conjunto de fibras neurales que comunican entre sí los dos hemisferios.

Diferentes estudios han constatado menor asimetría en mujeres que en hombres, lo que explicaría el hecho de que las lesiones cerebrales en mujeres suelen tener menos secuelas, por la capacidad de otras áreas neurales para hacerse cargo de funciones lesionadas. Algunos estudios han mostrado diferencias en la conformación del cuerpo calloso en hombres y mujeres. Estas tendrían mayor cantidad de fibras y conexiones. Otros estudios no han evidenciado este dato, pero sí formas diferenciales de organización funcional.

Se han estudiado las capacidades visoespaciales, de orientación y ejecución, el razonamiento matemático de hombres con lesión en el cerebro derecho, así como las capacidades lingüísticas en mujeres con lesión en el hemisferio izquierdo. Los estudios de afasias, agnosias y apraxias en líneas generales parecen indicar una organización funcional del cerebro diferente en hombres y mujeres, ya desde edades muy tempranas.

Otra fuente de investigación en la actualidad es el estudio de personas con cerebro sano. Los avances en las tecnologías de neuroimagen están posibilitando este tipo de estudios. Se han realizado estudios longitudinales con más de 15.000 niños y niñas a lo largo de 16 años, registrando los comportamientos manifiestos y el rendimiento en tareas como el razonamiento verbal y matemático, el juego, la orientación espacial y la resolución de problemas, la motricidad y la velocidad en la ejecución, etc., registrando también la actividad cerebral diferencial de unos y otros.

Se han realizado tratamientos de cambio de sexo a base de testosterona, analizando comportamientos como la orientación espacial, la rapidez motora, la memoria visual y lingüística, el reconocimiento de rostros o las respuestas emocionales, registrando a la vez los cambios en el funcionamiento de áreas cerebrales a lo

largo del proceso de masculinización. Tales cambios en áreas y pautas de activación neural se evidencian con solo seis meses de tratamiento en personas jóvenes.

1.4. Todos los cerebros presentan características femeninas y masculinas

Se plantea la cuestión de si los cerebros de las personas presentan unas características típicamente femeninas, en el caso de las mujeres, o típicamente masculinas, en el caso de los hombres. O más bien, si los cerebros de la gran mayoría de las personas aparecen como conjuntos de características femeninas y masculinas. Hemos analizado la complejidad de la definición de sexo, que va más allá de dos categorías, varón y hembra, para mostrar un *continuum*. Con la investigación disponible, también en la cuestión tan debatida de si hay cerebros masculinos distintos de femeninos parece razonable considerar que cada cerebro de hombre o mujer está dotado de características masculinas y femeninas, lo que se ha denominado “cerebro-mosaico”, como propio de la especie humana. En vez de establecer en el cerebro áreas o estructuras distintas, según se trate de hombre o mujer, se propone ver el cerebro como un mosaico, conformado por variadas y complejas características masculinas y femeninas. Como sucedía en el tema de sexo y género, tampoco los cerebros se pueden agrupar en dos categorías dimórficas, masculina frente a femenina.

Estudios de Daphna Joel *et al.* en la Universidad de Tel Aviv, del Instituto Max Planck de Ciencias Cognitivas en Leipzig y de la Universidad de Zúrich han revelado que cada cerebro constituye un mosaico, en el que se combinan características habituales de los hombres y otras más propias de las mujeres. Así, más que considerar los cerebros en dos categorías sexuales diferenciadas, parece más apropiado situar los cerebros en un amplio espectro, desde los situados en el extremo más propio de hombres a los que presentan más características femeninas²³.

²³ Joel, D. *et al.* (2015), “Sex beyond the genitalia: The human brain mosaic”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 112, núm. 50, pp. 15.468-15.473.

Se estudió mediante resonancia magnética a 1.400 personas de entre 13 y 85 años, analizando la estructura y tamaño de áreas cerebrales y las conexiones entre ellas. Se identificaron 29 áreas que mostraban diferente tamaño en personas que se autoidentificaban como hombre o mujer, como el hipocampo, los ganglios basales o la prefrontal orbital. Pero cuando analizaron el escáner cerebral de cada persona encontraron que muy pocas mostraban todas las áreas como cabía esperar según el sexo. Menos de un 2% de personas presentaba un cerebro típicamente masculino o femenino, y la inmensa mayoría tenía una mezcla, o mosaico, de características más comunes en mujeres u hombres. Parece que, cuando se estudia el cerebro de muchos individuos y se calculan los promedios, aparecen diferencias entre el grupo de hombres y de mujeres, pero al estudiar a una persona particular, su cerebro presenta una mezcla de características femeninas y masculinas, independientemente de cuál sea su sexo. Por tanto, según estas investigaciones, no existen dos tipos de cerebros, y no debe hablarse de dimorfismo, sino de polimorfismo. La gran mayoría de personas nos situamos en algún punto del *continuum* que va del extremo más masculino al femenino.

El grupo de Joel realizó otro estudio sobre características de género, como actitudes, intereses, preferencias y comportamientos, en más de 5.500 individuos, y se encontró una mínima consistencia, menos del 1,2%, en cuanto a comportamientos siempre masculinos, en una persona XY, o femeninos XX. Lo que significa que también, desde la perspectiva de género y sus estereotipos, muy pocas personas se situaban en los extremos masculino o femenino, y la gran mayoría se veía con características del otro sexo.

Los estudios del grupo de Joel han sido cuestionados por razones metodológicas, estadísticas e ideológicas debido a su feminismo militante, pero se reconoce que han conseguido poner en primer plano la gran variabilidad y heterogeneidad entre las personas, lo que no conlleva negar la existencia en el cerebro de áreas y regiones que, en promedio, son diferentes entre hombres y mujeres.

Otras investigaciones, como las realizadas por Markus Hausmann, Eleanor Maccoby o Janet Hyde, también han matizado otros supuestos, como que los hombres tienen mejores capacidades espaciales que las mujeres, o que las niñas son peores que los

niños en matemáticas y ciencias. Un metaanálisis de investigaciones anteriores, realizado por Hyde, constata que las mujeres son tan buenas como los hombres en matemáticas, y que la mayoría de las características psicológicas se distribuyen por igual entre hombres y mujeres²⁴. El estudio de Luigi Guiso *et al.* comparando las calificaciones en exámenes de matemáticas de chicos y chicas adolescentes en 40 países concluye que la ventaja de los chicos sobre las chicas está muy relacionada con el nivel de desigualdad entre sexos que existe en el país, y llega a desaparecer en países con cultura más igualitaria²⁵.

La investigación sobre la organización funcional del cerebro, la complejidad y las características diferenciales tiene implicaciones en distintos ámbitos, particularmente en el área de la salud. En el año 2000 se retiraron del mercado diez fármacos por efectos secundarios peligrosos y hasta mortales. Ocho de ellos conllevaban un riesgo superior para las mujeres que para los hombres. En 2013, la Agencia Federal de Fármacos y Alimentos de Estados Unidos estableció que a las mujeres había que recetarles la mitad de dosis de zolpidem, por sus efectos perjudiciales y la metabolización más lenta en mujeres. El zolpidem es el somnífero más consumido en Estados Unidos. La Agencia Federal de Fármacos y Alimentos había establecido que casi 6 millones de mujeres tomaban derivados del zolpidem y un 15% de ellas experimentaba dificultades en la conducción hasta ocho horas después de la ingesta del fármaco, frente al 3% de los 3,5 millones de consumidores hombres. Además, las mujeres eliminan el zolpidem del organismo más despacio que los hombres.

El metabolismo, la tolerancia, los beneficios y los efectos secundarios de muchos medicamentos difieren de modo notable entre sexos, debido al tamaño corporal, la estructura muscular y ósea y el efecto de las hormonas. Desde 2016, los Institutos Nacionales de la Salud de Estados Unidos exigen que toda investigación preclínica (fase previa a ensayo con humanos) debe

²⁴ Hausmann, M. (2004). "Varón o mujer: cuestión de simetría". *Mente y Cerebro*, 7, pp. 58-61. Denworth, L. (2017), "¿Existe un cerebro femenino?", *Investigación y Ciencia*, 494, pp. 32-38.

²⁵ Guiso, L. *et al.* (2008), "Culture, gender and math", *Science*, 320 (5.880), pp. 1.164-1.165.

incluir animales hembras. Muchas enfermedades y trastornos de salud afectan de distinta forma y gravedad a hombres o mujeres, y este hecho deben tenerlo muy presente las investigaciones, los diagnósticos médicos y los tratamientos farmacéuticos. La revista *Journal of Neuroscience Research* ha establecido en su política editorial, como condición para publicar trabajos, que los autores consideren el sexo como variable biológica²⁶. Si bien los genes de los cromosomas XX y XY, así como las hormonas, son esenciales para las diferencias biológicas, hay más factores que influyen en las diferencias entre hombres y mujeres. Las diferencias de salud con relación al sexo tienen un aspecto sociocultural o de género. La exigencia de tener en cuenta la variable de sexo en la investigación animal es necesaria, ya que las variables biológicas son determinantes, pero en investigación con seres humanos hay que tener muy presentes también las variables socioculturales, la importancia del ambiente, los aprendizajes y la educación y su impacto en el cerebro debido a la plasticidad neuronal²⁷.

Debra A. Bangasser *et al.* han estudiado las diferencias entre sexos ante el estrés, sus causas y los modos de respuesta. Los experimentos llevados a cabo con roedores pueden tener implicaciones muy importantes para el tratamiento diferenciado del estrés en seres humanos según se trate de hombres o mujeres, por ejemplo, ante el estrés postraumático, la depresión, la ansiedad y otros trastornos mentales. El estrés crónico tiene efectos más intensos y duraderos en las hembras de roedores que en los machos. Tales efectos se han encontrado en otras especies de mamíferos. Cabe pensar que, si efectos similares se dieran también en humanos, podría explicarse por qué los trastornos asociados al estrés, como la ansiedad, la depresión y el estrés postraumático, son diagnosticados con más frecuencia en mujeres que en hombres. Estudios epidemiológicos constatan que ser mujer duplica el riesgo de sufrir trastornos mentales asociados al estrés. Se ha argumentado que los motivos son en parte culturales. La mujer

²⁶ Prager, E. M. (2017), "Addressing sex as a biological variable", *Journal of Neuroscience Research*, 95.

²⁷ Joel, D. y McCarthy, M. (2017), "Incorporating sex as a biological variable in neuropsychiatric research: Where are we now and where should we be?", *Neuropsychopharmacology*, 42, 2, pp. 379-385.

estaría más dispuesta que el varón a solicitar ayuda ante los problemas mentales, y esto incrementa el porcentaje de diagnósticos.

La investigación con animales plantea la importancia de las variables biológicas también en seres humanos. Si el cerebro más masculino o femenino presenta diferencias notables en la reacción y adaptación ante situaciones de estrés, parece obligado que las investigaciones y ensayos clínicos para tratamientos específicos para trastornos mentales tengan en cuenta el mismo porcentaje de hombres y mujeres.

En una investigación expusieron a ratones hembras y machos a situaciones estresantes. Se necesitaron 21 días para aumentar la ansiedad y el comportamiento depresivo en machos, y solo 6 días para lograr comportamiento similar en las hembras. Se examinó el núcleo accumbens, región del cerebro implicada en el placer y la gratificación. Las alteraciones en esta región incapacitan al animal para experimentar placer, síntoma presente en la depresión y otros trastornos asociados al estrés.

En el núcleo accumbens se han identificado diferencias asociadas al sexo en la regulación del gen *Dnmet3a* que en un periodo de seis días se expresaban más en hembras que en machos. El gen codifica una enzima que altera el ADN celular de manera que impide la lectura de otros genes y la producción de proteínas a partir de ellos. Para determinar el papel de este gen en el estrés crónico, se eliminó el gen del núcleo accumbens en algunas hembras de ratón. Sin él, se volvieron más resistentes y respondieron de forma más parecida a los machos. Estos descubrimientos sugieren que las hembras experimentan un aumento en la expresión de *Dnmet3a* con una breve exposición al estrés, lo que bloquea otras proteínas que promueven la resistencia contra él. Se están desarrollando fármacos que inhiben las enzimas Dnmt para tratar ciertos tipos de cáncer, y fármacos similares podrían ser útiles en trastornos provocados por el estrés, especialmente en las mujeres.

No sabemos por qué machos y hembras han desarrollado respuestas distintas contra el estrés. Podemos especular con que la madre que vela por sus crías se beneficiaría —como su prole— de ese estado de atención y vigilancia ante lo que sucede en derredor. Esa ventaja compensaría los riesgos que acarrea esa hipersensibilidad al estrés, como la mayor vulnerabilidad a la depresión y a la

ansiedad. Sin embargo, se precisan más estudios para ahondar en esta hipótesis.

La sensibilidad al dolor también presenta diferencias según el sexo. Estudios en ratones han constatado mayor sensibilidad en las hembras que en los machos. El procesamiento neuronal para percibir el dolor es diferente. En los machos interviene especialmente el sistema inmunitario y la microglía. Los fármacos para el tratamiento actúan según esos supuestos. Pero cuando esos fármacos se aplican a hembras, tales fármacos pierden eficacia. Parece que las hembras utilizan otros mecanismos en el procesamiento del dolor.

El compromiso para incluir a las hembras en la investigación animal, así como a mujeres y hombres en igual proporción en estudios con seres humanos, posibilitará mayor conocimiento, no solo de los trastornos más propios de las mujeres, sino también de las enfermedades que afectan con mayor frecuencia a los hombres, como el autismo o el trastorno por déficit de atención e hiperactividad, o a mujeres, como la ansiedad o la depresión. Cada vez es más patente que el enfoque tradicional de estudiar solo machos es defectuoso. De hecho, la confianza que hemos depositado hasta ahora en los animales de sexo masculino para desarrollar los fármacos podría explicar, por lo menos en parte, que las mujeres respondan peor a ellos. Es posible que esta práctica hasta pueda haber impedido la comercialización de algunos que podrían haber sido muy eficaces en las pacientes. Gracias a las nuevas iniciativas destinadas a promover la investigación con animales de ambos sexos, y mujeres y hombres, la situación está cambiando²⁸.

1.5. Síntesis y conclusiones

El estudio de las características diferenciales entre mujeres y hombres ha sido tema de investigación de numerosas publicaciones en diversas ciencias. Los seres humanos están muy especializados para determinadas funciones biológicas, como la reproducción, las relaciones sexuales o el cuidado de la descendencia. Las diferencias

²⁸ Bangasser, D.A. (2017), "Estrés: diferencias entre sexos", *Investigación y Ciencia*, 494, pp. 38-42. Stefanick, M.L. (2017), "Una medicina adaptada a las mujeres", *Investigación y Ciencia*, 494, pp. 58-62.

anatómicas, genéticas y neurobiológicas entre machos y hembras se denominan "dimorfismo sexual", y comprenden desde estructuras anatómicas periféricas del cuerpo a órganos internos diferentes, cerebros y genes distintos.

Las diferencias de sexo se deben al cromosoma 23: si es XX es mujer, y si es XY es varón. Desde la sexta semana de vida intrauterina, los genes de uno u otro cromosoma activan las hormonas propias del hombre, como la testosterona, o de la mujer, como los estrógenos. Pero los factores biológicos que determinan ser hombre o mujer presentan una gran complejidad de variables genéticas y bioquímicas, más allá de la presencia de cromosomas XX o XY. Considerar el sexo desde categorías binarias, varón-hembra, no recoge los casos de desarrollo atípicos que se sitúan en algún punto intermedio.

Además de los problemas que plantea la perspectiva biológica, en el ser humano está la dimensión sociocultural. El origen y naturaleza de las diferencias cerebrales-mentales en humanos es mucho más complicado que en otros animales, ya que las personas se enfrentan a problemas de género. Ya desde el nacimiento somos criados, nos desarrollamos, aprendemos en roles de género y las experiencias y aprendizajes en el medio modifican físicamente nuestro cerebro y, por tanto, también nuestros procesos mentales y comportamientos. La identificación de una persona con las características psicológicas, sociales y culturales asignadas a su sexo, además de la definición binaria de género, masculino y femenino, comprende desarrollos más atípicos de personas homosexuales, bisexuales y transexuales.

Tradicionalmente, lo referente a sexo se ha tratado desde la perspectiva de la genética, la endocrinología, la anatomía, la fisiología o la neurología; mientras que los temas de género han sido objeto de las ciencias sociales como la psicología, la sociología o la antropología, principalmente. Pero catalogar el sexo como biológico y el género como psicosocial no permite una adecuada comprensión. En la realidad no se dan categorías discretas y separadas, un dimorfismo sexual varón-mujer, sino un polimorfismo sexual. Además de la correspondencia más armónica y generalizada entre los distintos niveles (genético, endocrinológico, fisiológico, neurológico y anatómico) presente en hombres y mujeres, se dan también discordancias entre tales niveles señalados en casos más

atípicos de indefinición sexual, bisexualidad y transexualidad. Mejor que hablar de categorías binarias en sexo (mujer-varón) y género (masculino-femenino), parece más adecuado situarse en un espectro con posiciones intermedias, al tratarse de variables de naturaleza dimensional.

Las diferencias en anatomía y conductas de machos y hembras son patentes. Los conocimientos sobre la base biológica de estas diferencias son más consistentes en los experimentos con animales. Los dimorfismos encefálicos en función del sexo, especialmente en el área hipotalámica, están sólidamente establecidos en animales de laboratorio, particularmente en roedores y primates. El desarrollo de tales dimorfismos sexuales en el sistema nervioso central es resultado del sexo genotípico y de la acción de las gónadas con las hormonas producidas, ya desde el periodo intrauterino. Las áreas del hipotálamo aparecen especialmente implicadas en los dimorfismos sexuales. Investigaciones con ratas y monos han comprobado que los núcleos de esta región cerebral desempeñan una función clave en los mecanismos de pulsión sexual, copulación, orientación sexual o relaciones parentales.

No se pueden extrapolar mecánicamente los resultados de investigación animal al comportamiento humano, pero con los datos disponibles, parece razonable admitir que la acción de las hormonas sexuales en el cuerpo, y particularmente en el cerebro, conforma redes neuronales y procesos bioquímicos diferentes en hombres y mujeres, ya desde los primeros meses de vida intrauterina, posibilitando así aspectos diferenciales en el *continuum* del comportamiento humano, desde el comportamiento sexual hasta los procesos cognitivos y emocionales.

Todos los cerebros presentan características femeninas y masculinas, en lugar de considerar el cerebro típicamente femenino en mujeres y masculino en hombres. Los cerebros-mentes de la gran mayoría de las personas presentan características tanto masculinas como femeninas, el cerebro-mosaico, como propio de la especie humana. Como sucedía en el tema del sexo y género, tampoco los cerebros se pueden agrupar adecuadamente en dos categorías dimórficas, masculina frente a femenina.

Estudios recientes han identificado hasta una treintena de áreas en el cerebro con características anatómicas y funcionales diferenciales tanto en hombres como en mujeres, como el hipocampo,

los ganglios basales, prefrontal orbital o cingular. Pero cuando se analiza el escáner cerebral de cada persona se constata que muy pocos individuos muestran todas las áreas como cabía esperar según el sexo. Menos de un 2% presenta un cerebro típicamente masculino o femenino, y la gran mayoría, hasta un 98%, muestra una mezcla o mosaico de características más comunes en mujeres u hombres. Parece que cuando se estudia el cerebro de muchos individuos y se calculan promedios aparecen diferencias entre el grupo de mujeres y de hombres, pero al estudiar a una persona en particular, su cerebro presenta una mezcla de características femeninas y masculinas, independiente de cual sea su sexo.

Investigaciones sobre características de género, como actitudes, intereses, preferencias y comportamientos, en miles de individuos, han obtenido una mínima consistencia, menos de un 1,3%, en el sentido de comportamientos siempre masculinos en una persona XY, o femeninos XX. Lo que significa que también desde la perspectiva de género muy pocas personas se sitúan en los extremos masculino y femenino, y la gran mayoría se ve con características del otro sexo.

Las experiencias y aprendizajes en entornos socioculturales reestructuran y organizan el cerebro y sus redes neurales en cada persona, originando procesos mentales y comportamientos diferenciales. Nuestro cerebro no evolucionó para poder leer, escribir, manejar un ordenador, pilotar una nave espacial y tantas cosas más, pero puede realizar todo eso y mucho más gracias a las estructuras conseguidas mediante selección natural para adaptarse a otros tipos de demandas en medios naturales y sociales, muy distintos a los de nuestro tiempo, y diferentes para hombres y mujeres. Parece plausible aceptar que en el futuro las exigencias con las que se ha de enfrentar el cerebro humano condicionarán la organización funcional de sus cerebros, posibilitando capacidades y aptitudes, modos de pensar, sentir y comportarse. Sociedades y culturas más simétricas y equilibradas, con roles y profesiones compartidas por personas de uno y otro sexo, también dejarán su impacto en la conformación física de los cerebros y, por tanto, en los tipos y modalidades de mentes de hombres y mujeres.